

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

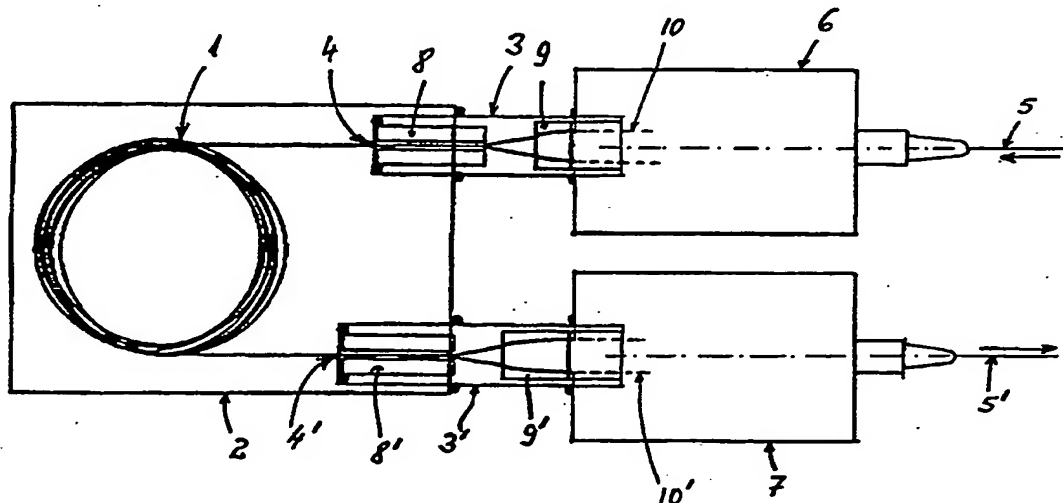


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01S 3/06		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/37019
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	21. November 1996 (21.11.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02137		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 1996 (17.05.96)			
(30) Prioritätsdaten: 195 17 952.8 16. Mai 1995 (16.05.95) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AMS OP- TOTECH VERTRIEB GMBH [DE/DE]; Fraunhoferstrasse 22, D-82152 Martinsried (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOLLNHALS, Gerald [DE/DE]; Waltherstrasse 16, D-80337 München (DE).			
(74) Anwalt: VOSSIUS & PARTNER; Siebertstrasse 4, D-81675 München (DE).			

(54) Title: OPTICAL AMPLIFIER WITH PRASEODYMIUM-DOPED OPTICAL FIBRE

(54) Bezeichnung: OPTISCHER VERSTÄRKER MIT PRASEODYM-DOTIERTER OPTISCHER FASER



(57) Abstract

The optical amplifier described has a Pr^{3+} -doped glass fibre as the amplifying component in a hermetically sealed housing, in which free-jet optical components are fitted as coupling components between the doped and standard glass fibre.

BEST AVAILABLE COPY

(57) Zusammenfassung

Der beschriebene optische Verstärker weist eine Pr^{3+} -dotierte Glasfaser als Verstärkungselement in einem hermetisch dichten Gehäuse auf, wobei als Kopplungselemente zwischen der dotierten Glasfaser und Standard-Glasfaser Freistrahloptik-Elemente vorgesehen sind.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauritanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Optischer Verstärker mit Praseodym-dotierter optischer Faser

Die optische Nachrichtentechnik, deren Signalübertragung mittels Licht über Glas- oder Polymerfasern immer größere Anwendung erreicht, stößt bei Übertragung von Signalen über größere Entfernungen (einige zehn bis einige hundert Kilometer) und gerade in Weitverkehrsnetzen auf große Schwierigkeiten. Die zu übertragenden Signale werden in dem Medium "Faser" durch die dem Material eigenen Dämpfungseigenschaften abgeschwächt und erreichen nach bestimmten Streckenlängen nicht mehr detektierbare Signalstärken. Diese Materialeigenschaften hängen von verschiedensten Parametern ab. Die wichtigsten Parameter sind die Wellenlänge des Signallichtes, Dotierung und damit das Absorptionsverhalten der "Fasern" sowie allgemein alle Materialeigenschaften. Im weiteren sind für die hier zu diskutierende Anwendung nur Monomode-Glasfasern von Interesse, da nur sie in der Weitverkehrstechnik Anwendung finden.

Für einen der wichtigsten Parameter der Glasfaser, das bereits angesprochene Absorptionsverhalten, existiert eine Abhängigkeit von der Wellenlänge, die sich kurz wie folgt beschreiben läßt.

Es existieren drei Fenster für die optische Nachrichtentechnik, in denen die Absorption von Licht bestimmter Wellenlänge ein lokales Minimum erreicht.

Das erste Fenster liegt bei etwa 850 nm, das zweite weitaus wichtigere bei etwa 1300 nm und das dritte Fenster befindet sich bei etwa 1550 nm.

Viele der bereits installierten Lichtwellenleiterstrecken in Europa wurden auf das zweite Übertragungsfenster optimiert, da die benötigten Komponenten zur Signalübertragung in der

Vergangenheit preisgünstig verfügbar waren und in diesem Fenster die geringste Dämpfung vorhanden war. Zum Zeitpunkt der Installation war wegen relativ kurzer Übertragungsstrecken die Notwendigkeit von Komponenten wie Verstärker nicht gegeben. Mit dem Einsatz bei langen Übertragungsstrecken stellte sich diese Notwendigkeit jedoch als sehr bedeutsam dar. Schwierigkeiten in der Komponentenentwicklung forcierten den Umstieg in das dritte Übertragungsfenster. Hier konnte die Entwicklung von Erbium-dotierten Glasfaser-Verstärkern einen großen technischen Fortschritt bringen. Trotz verschiedener Nachteile des dritten Fensters, z.B. die bedeutend größere Dispersion, trat daher das zweite Fenster bei 1300 nm in den Hintergrund, jedoch nicht in Vergessenheit.

Die Herstellung von Glasfaser-Verstärkern für das zweite Übertragungsfenster zeigte in der Vergangenheit einige schwerwiegende Nachteile. Um Dotierungsmaterial zu verwenden, welches ein metastabiles Anregungsniveau 1G_4 mit der Wellenlänge 1000 bis 1050 nm besitzt, bei dessen Übergang zum Grundniveau 3H_4 Strahlung der Wellenlänge 1310 nm emittiert wird, können die bisher verwendeten Fasermaterialien keine Anwendung finden. Diese Materialien weisen Absorptionsbänder bei der Emissionswellenlänge auf, so daß eine den Verstärkungsprozeß zerstörende Selbstabsorption stattfindet.

Eine Lösung des Problems zeigt die Verwendung von mit Seltenen Erden dotiertem ZBLAN-Glas, einer Kombination von Zirkonium, Barium, Lanthan, Aluminium und Natriumfluorid. Bisher konnte die Verwendung des ZBLAN-Glases als Grundmaterial für Pr^{3+} -Dotiermaterial gezeigt und dessen Spektren untersucht werden. Die für das Fluoridglas charakteristischen Phononanregungen niedriger Energie ermöglichen eine deutlich höhere Lebenszeit des metastabilen Niveaus, was sich in einer sehr effizienten Verstärkungsrate äußert.

Gegen die Verwendung von Pr^{3+} -dotierten ZBLAN-Glas in industriellen Anwendungen sprechen jedoch noch einige sehr wichtige Eigenschaften des Pr^{3+} -dotierten ZBLAN-Glases. Zum ersten besitzt diese Kombination von Elementen in Glasform eine sehr niedrige Schmelztemperatur von etwa 260°C , was eine Weiterverarbeitung mit in der industriellen Fertigung verwendeten Standardproduktionstechniken verhindert. Die üblichen Siliziumoxid-Glasfasern besitzen einen Schmelzpunkt der weit über dem von Fluoridglas liegt. Somit ist eine Kombination beider Fasern in einem Netzwerk durch übliche Spleißtechnologie nicht möglich. Des weiteren wird mit der relativ niedrigen Schmelztemperatur der Anwendungsbereich limitiert, da die meisten Hersteller nur Arbeitstemperaturen für ihre Fasern von 100 bis 150°C garantieren. Eine weitere sehr wichtige Eigenschaft der Pr^{3+} -dotierten ZBLAN-Faser ist der sehr geringe Kerndurchmesser der Faser von $1,7\text{ }\mu\text{m}$. Dies verhindert wegen der extrem schwierigen Justage die Anwendung aller bisher bekannten Verbindungstechniken mit geringen Verlusten als Anschlußmöglichkeit der ZBLAN-Faser an Standardfasern.

Eine der markantesten Eigenschaften ist die Affinität des Pr^{3+} -dotierten ZBLAN-Glases zur Feuchtigkeit. Die Faserhersteller versuchen zwar, die Faser durch einen Schutzmantel, "Cladding" genannt, vor der Feuchtigkeit zu schützen, aber die zur Bearbeitung offenen Stellen sind der Umgebungsluftfeuchtigkeit und damit einer nicht akzeptablen Verschlechterung (Degradation) der Fasereigenschaften ausgesetzt. Die intrinsischen Eigenschaften der Faser werden durch die Feuchtigkeit so stark beeinflusst, daß eine Verwendung derartiger ungeschützter Fasern oder auch nur von Abschnitten der Faser praktisch nicht möglich ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen optischen Verstärker mit einer Praseodym-dotierten Faser anzugeben, der eine lange Lebensdauer aufweist. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst.

Bei der Lösung der Aufgabe geht die Erfindung von dem Grundgedanken aus, die vorzugsweise Praseodym-dotierte optische Faser eingangs- und ausgangsseitig zum Anschluß an Standardfasern mit optischen Bauelementen mit Freistrahloptik zu versehen. Vorzugsweise wird das Verstärkungselement in einem hermetisch dichten Gehäuse angeordnet.

Ein großes Problem ist nach wie vor die sehr hohe Empfindlichkeit der Faser an sich. Durch das hermetisch dichte, z.B. mittels Laserschweißen versiegelte Gehäuse, schützt man zwar die Faser, jedoch ist eine weitere oder alternative Schutzvorrichtung vorteilhaft. Hierfür sind Materialien als gas- und feuchtigkeitsdichte Einbettungssstoffe vorteilhaft, die z.B. von gelartiger Konsistenz sind. Vorzugsweise sind diese völlig H_2O -frei und umschließen die Faserwicklungen ohne Lufteinschlüsse in direktem Kontakt.

Mittels Laserschweißen kann eine solche Verpackung realisiert werden. Wird beim Laserschweißen die für das zu verpackende Material geeignete Schutzgas-Atmosphäre (z. B. Edelgas), verwendet, so kann eine Schädigung der Pr^{3+} -dotierten ZBLAN-Glasfaser nachhaltig verhindert und gleichzeitig eine Isolation der Faser gegenüber der Außenwelt realisiert werden. Dieses Packaging verhindert die Degradation der Faser und vergrößert den Temperaturbereich, der als Betriebsbereich spezifiziert werden kann.

Bisher wurden optische Bauelemente, wie Isolatoren, Koppler oder Multiplexer mit Faserenden, sogenannte "Pigtails" versehen, die dann untereinander wieder durch Spleißen verbunden werden.

Der Anschluß der ZBLAN-Faser bzw. der Anschluß des hermetisch dichten Gehäuses an die Außenwelt erfolgt nicht über bisher verwendete Technologien. Vielmehr werden Freistrahloptik-Bauelemente eingesetzt, um das Eingangssignal und das Pumpsignal einzukoppeln, sowie das Ausgangssignal auszukop-

peeln. Diese Bauelemente werden mittels Laserschweißen in einer geeigneten Schutzgasatmosphäre gefertigt und ermöglichen auch hier einen hermetisch dichten Abschluß der offenen Verbindungen.

Diese neue Technologie der mit Laser geschweißten Komponenten und deren Integration in hermetische Verpackungen ermöglicht eine dauerhafte Ankopplung dieser empfindlichen Fasern und Bauteile. Durch die in der Vergangenheit schnell vorangetriebenen Entwicklung auf dem Gebiet der Freistrahloptik in Verbindung mit Laserschweißen können die oben beschriebenen Nachteile beim Stand der Technik ausgeschaltet werden. Eine Defokussierung und anschließende Fokussierung erfordert zur Aufrechterhaltung der Lichtleistung eine Bauteilanordnung etwa gemäß den Figuren 2, 3 oder 4. Hier kann das aufgeweitete Lichtsignal direkt weiterverarbeitet werden und somit sind die Verluste sehr gering und die Signalschwächung vernachlässigbar. Dies ermöglicht die industrielle Fertigung von Verpackungen für Faserverstärker im Wellenlängenbereich bei z.B. 1300 nm. Die Weiterentwicklung der PDFFA (Praseodymium-Doped-Flouride-Fiber-Amplifier) kompensiert den Kostenvorteil der EDFA (Erbium-Doped-Fiber-Amplifier) im dritten Übertragungsfenster und verbessert die Nutzung der Vorteile des zweiten Übertragungsfensters deutlich, so daß die bereits vorhanden Glasfasernetze optimal ausgenutzt werden können.

Die Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die anliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen optischen Verstärkers;
- Fig. 2 einen ausgangsseitigen Ausschnitt des Verstärkers gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 einen eingangsseitigen Ausschnitt des Verstärkers gemäß Fig. 1 mit internem Laser und

Fig. 4 eine alternative Anordnung der Eingangsoptik mit externem Laser.

Gemäß Fig. 1 ist die als Verstärkerelement vorgesehene, mit Pr^{3+} -dotierte ZBLAN-Faser 1 in Form einer Spule in einem hermetisch dichten Gehäuse 2 angeordnet, wobei eingangsseitig Kopplungselemente 3 und 6 und ausgangsseitig Kopplungselemente 3' und 7 vorgesehen sind, die zum Anschluß an Standard-Glasfasern 5 bzw. 5' dienen. Das Kopplungselement 3 bzw. 3' besteht im wesentlichen aus einer Metallhülse von etwa 3 cm Länge und 6 mm Durchmesser, in der an dem der ZBLAN-Faser zugewandtem Ende ein Keramikröhrchen 8, 8' eingepaßt und festgeschweißt ist. Die Keramikröhrchen 8, 8' sind in üblicher Weise mit einer feinen zentralen Bohrung 4 bzw. 4' zur paßgenauen Aufnahme der Enden der Faser 1 versehen. In der Figur 1 ist in der Metallhülse 3 bzw. 3' rechts von dem Keramikröhrchen 8, 8' jeweils eine Linse 9, 9' vorgesehen, die im Falle des eingangsseitigen Kopplungselements 3 ein von rechts einfallendes Strahlenbündel 10 auf das Faserende in dem Keramikröhrchen 8 fokussiert. Im Falle des ausgangsseitigen Kopplungselements 3' wird der aus der Faser 1 am rechten Ende des Keramikröhrchens 8' austretende Lichtstrahl in der Linse 9' zu einem Parallelstrahlenbündel 10' gesammelt.

Gemäß Fig. 1 sind die freien Enden der Metallhülsen 3 und 3' mit dem eingangsseitigen Freistrahl-Optik-Element 6 bzw. mit dem ausgangsseitigen Freistrahl-Optik-Element 7, vorzugsweise durch Verschweißen, verbunden.

In dem Gehäuse 2 kann eine die Faser 1 einbettende z.B. gelartige Masse vorgesehen sein, um die Faser schützend zu umgeben und das Gehäuse dabei voll auszufüllen. Bei ausreichend fester Konsistenz genügt auch die Einbettungsmasse, so daß das Gehäuse weggelassen werden kann.

Geeignete Freistrahloptik-Elemente sind in den Figuren 2 bis 4 dargestellt:

Das in Figur 2 dargestellte Freistrahloptik-Element 7 ist für den ausgangsseitigen Anschluß vorgesehen und weist folgende Bauelemente in einem hermetisch dichten Gehäuse 11 in Strahlrichtungsreihenfolge auf: einen Wellenlängenmultiplex-Eingangskollimator 12, einen Langwellendurchlaßfilter 13, einen Strahldeflektor 14, einen Bandpaßfilter 15, einen Isolator Kern 16 und einen Ausgangskollimator 17, der in üblicher Weise mit der ausgangsseitigen Standard-Glasfaser 5 verbunden ist. Vom Hauptlichtstrahl L im Bauelement wird mit Hilfe des Strahldeflektors 14 ein Teilstrahl L' abgezweigt, der auf eine Photodiode 18 fällt, so daß die Strahlintensität überwacht werden kann (die für die Photodiode 18 erforderlichen elektrischen Anschlüsse und die Signalverarbeitung sind hier aus Vereinfachungsgründen nicht dargestellt).

In Fig. 3 ist eine erste Ausführungsform für ein Freistrahloptik-Element 6 dargestellt, das in Figur 1 eingangsseitig vorgesehen ist. Bei diesem Freistrahloptik-Element 6 ist die Standard-Glasfaser 5 mit dem Wellenlängenmultiplex-Eingangskollimator 12 verbunden, während die zugehörige Metallhülse 3 mit dem Ausgangskollimator 17 verbunden ist. Neben den übrigen, bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 erläuterten Bauelementen 13 bis 16 und 18 ist bei dem Freistrahloptik-Element 6 gemäß Fig. 3 in dem hermetisch dichten Gehäuse 11 ein Pumplaser 19 mit anschließendem Isolator Kern 20 vorgesehen, um geeignetes Pumplicht PL in den Strahlengang L einzukoppeln. Die Ansteuerung des Pumplasers 19 erfolgt von außerhalb des Gehäuses über eine hermetisch dichte Steckverbindung 21.

Gemäß Figur 4 kann der Pumplaser auch außerhalb des Gehäuses 11 angeordnet werden. In diesem Fall ist der externe Pumplaser 19 über eine eigene Glasfaser 22 mit einem Pumpeingangskollimator 23 im Gehäuse des Freistrahloptik-Elements 6

verbunden, wobei der Pumplichtstrahl PL in den Hauptlichtstrahl L eingekoppelt wird. Zur Überwachung des Pumplasers 19 ist innerhalb des Gehäuses 11 eine Pumpüberwachungs-Photodiode 24 vorgesehen, die über nicht dargestellte elektrische Anschlüsse mit einer Überwachungselektronik verbunden ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Optischer Verstärker mit einer dotierten Glasfaser (1) als Verstärkungselement und mit Kopplungselementen (6, 3; 3', 7) zwischen dem Verstärkungselement und einer Glasfaser (5, 5'), dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungselemente Freistrahloptik-Elemente (6, 7) aufweisen.
2. Optischer Verstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (1) in einem hermetisch dichten Gehäuse (2) angeordnet ist.
3. Optischer Verstärker nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (1) in ein Material gas- und feuchtigkeitsdicht eingebettet ist.
4. Optischer Verstärker nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbettungsmaterial gelartig ist.
5. Optischer Verstärker nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Einbettungsmaterial wasserfrei ist.
6. Optischer Verstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (1) eine Praseodym-dotierte optische Faser ist.
7. Optischer Verstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstärkungselement eine Praseodym-dotierte Glasfaser aus Zr, Ba, La, Al und NaF (ZBLAN-Glasfaser) vorgesehen ist.
8. Optischer Verstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (1) im Wellenlängenbereich von etwa 1300 nm betreibbar ist.

1/4

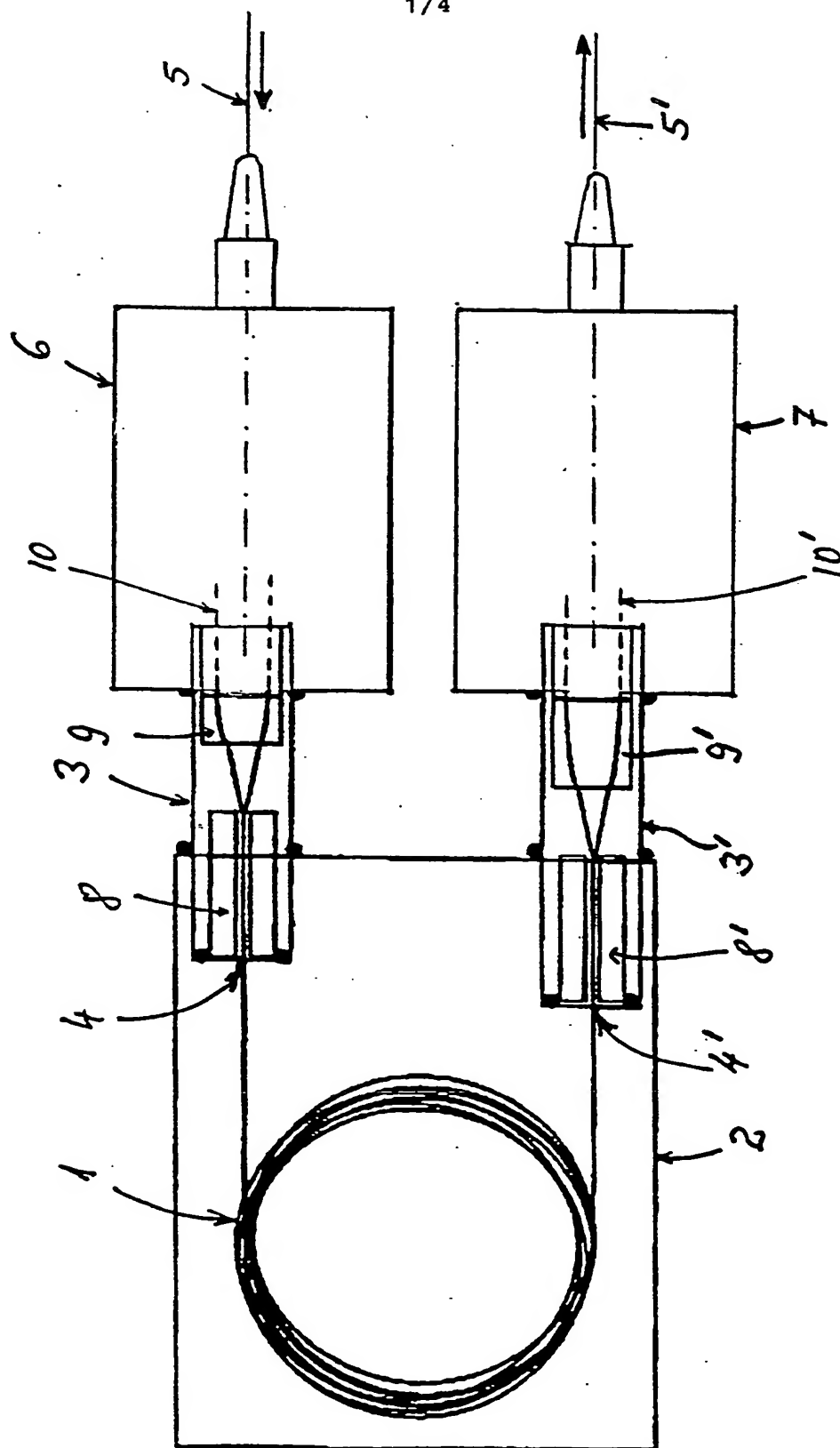


Fig. 1

3/4

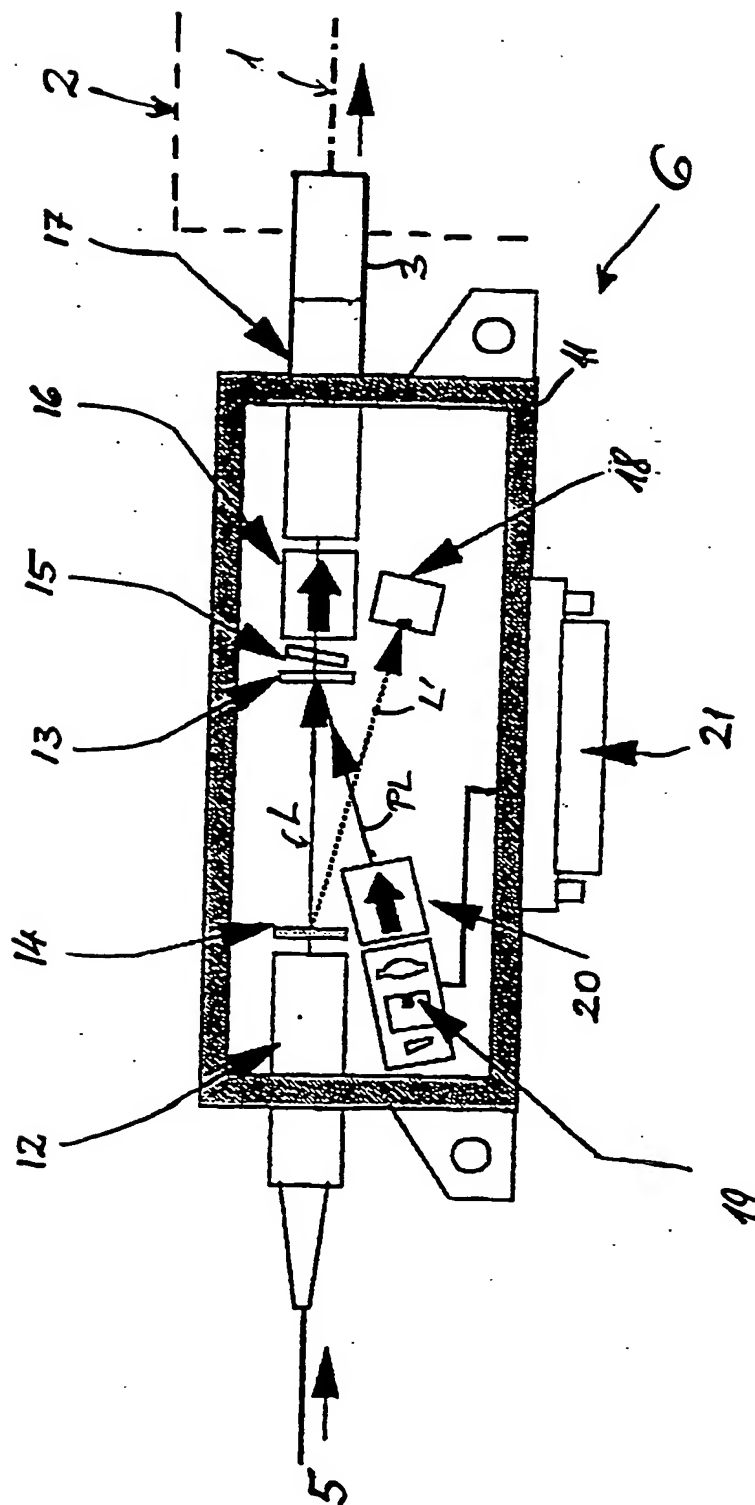


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY

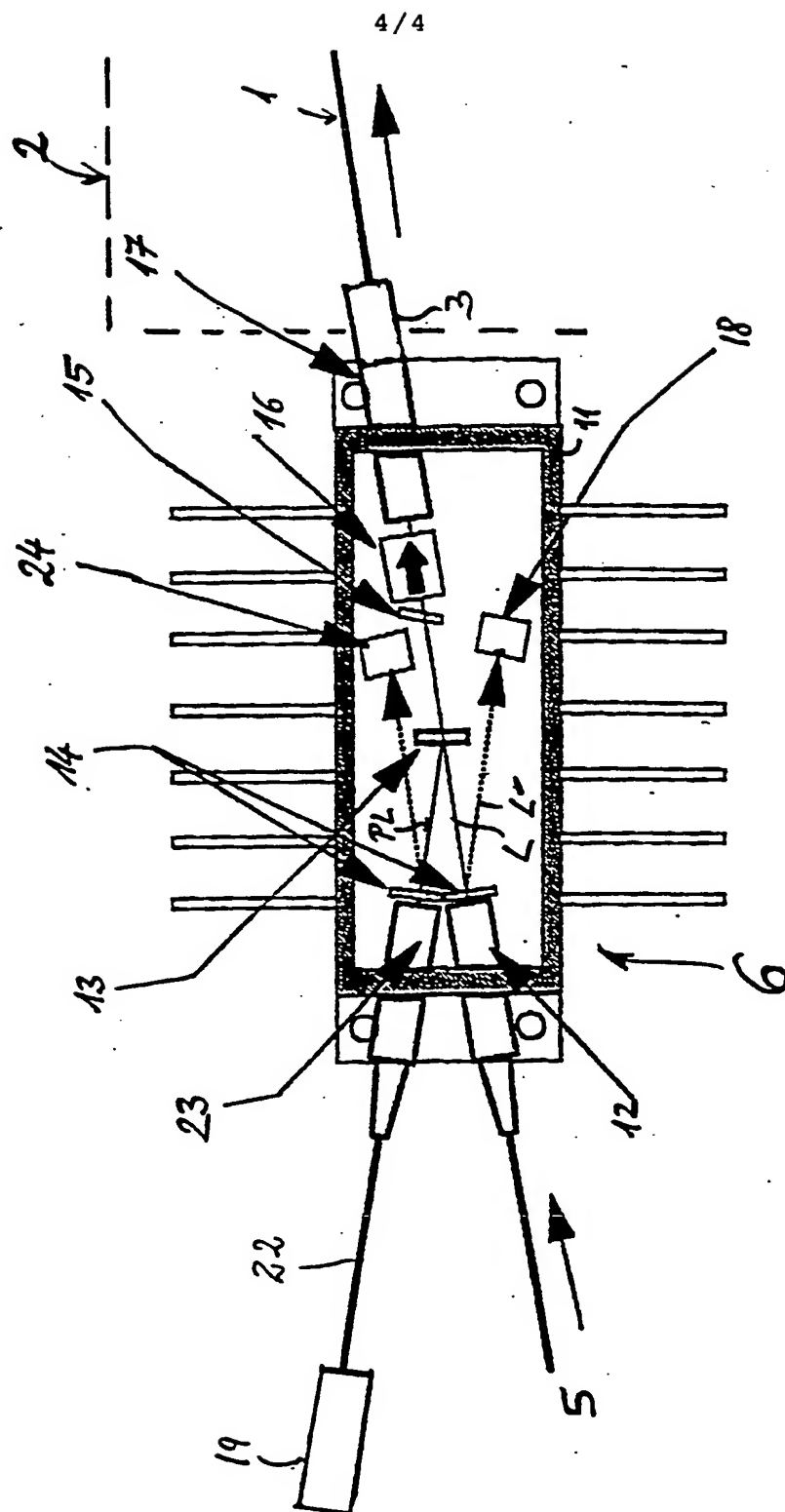


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 96/02137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01S3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO,A,95 35590 (BT & D TECHNOLOGIES LTD ;HARKER ANDREW THOMAS (GB)) 28 December 1995 see abstract; figure 3 ---	1,2
X	US,A,5 309 452 (OHISHI YASUTAKE ET AL) 3 May 1994 see column 7, line 20 - line 40 see column 13, line 49 - line 52 ---	1,6-8
X	GB,A,2 175 766 (PA CONSULTING SERVICES) 3 December 1986 see figure 1 ---	1
X	EP,A,0 444 694 (FUJITSU LTD) 4 September 1991 see figure 3 ---	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 September 1996

Date of mailing of the international search report

25.09.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Galanti, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. Application No

PCT/EP 96/02137

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,5 274 734 (JIN SHUNGHO ET AL) 28 December 1993 see column 6, line 34 - line 50 ---	1-5
A	EP,A,0 499 388 (HUGHES AIRCRAFT CO) 19 August 1992 see column 4, line 39 - line 57 ---	1-4
A	EP,A,0 647 864 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES ;NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE (JP)) 12 April 1995 see figures 2,3 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 236 (E-1210), 29 May 1992 & JP,A,04 048671 (ROHM CO LTD), 18 February 1992, see abstract -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/02137

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9535590	28-12-95	NONE	
US-A-5309452	03-05-94	NONE	
GB-A-2175766	03-12-86	EP-A- 0222866 WO-A- 8607221	27-05-87 04-12-86
EP-A-0444694	04-09-91	JP-A- 3252629 JP-A- 4127130 JP-A- 4128718 CA-A- 2037350 CA-C- 2037350 DE-D- 69116396 DE-T- 69116396 US-A- 5125053	11-11-91 28-04-92 30-04-92 03-09-91 08-11-94 29-02-96 20-06-96 23-06-92
US-A-5274734	28-12-93	CA-A, C 2099946 CN-A- 1084641 EP-A- 0585088 JP-A- 6211544	01-03-94 30-03-94 02-03-94 02-08-94
EP-A-0499388	19-08-92	AU-B- 644264 AU-A- 1080692 CA-A, C 2057264 JP-A- 5100261 US-A- 5283687	02-12-93 27-08-92 16-08-92 23-04-93 01-02-94
EP-A-0647864	12-04-95	DE-D- 69026152 DE-T- 69026152 EP-A- 0409258 JP-A- 3121426 KR-B- 9401043 US-A- 5125066	02-05-96 14-08-96 23-01-91 23-05-91 08-02-94 23-06-92

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02137

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01S3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	WO,A,95 35590 (BT & D TECHNOLOGIES LTD ;HARKER ANDREW THOMAS (GB)) 28.Dezember 1995 siehe Zusammenfassung; Abbildung 3 ---	1,2
X	US,A,5 309 452 (OHISHI YASUTAKE ET AL) 3.Mai 1994 siehe Spalte 7, Zeile 20 - Zeile 40 siehe Spalte 13, Zeile 49 - Zeile 52 ---	1,6-8
X	GB,A,2 175 766 (PA CONSULTING SERVICES) 3.Dezember 1986 siehe Abbildung 1 ---	1
X	EP,A,0 444 694 (FUJITSU LTD) 4.September 1991 siehe Abbildung 3 ---	1
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12.September 1996

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25.09.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Galanti, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,5 274 734 (JIN SHUNGHOO ET AL) 28.Dezember 1993 siehe Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 50 ---	1-5
A	EP,A,0 499 388 (HUGHES AIRCRAFT CO) 19.August 1992 siehe Spalte 4, Zeile 39 - Zeile 57 ---	1-4
A	EP,A,0 647 864 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES ;NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE (JP)) 12.April 1995 siehe Abbildungen 2,3 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 236 (E-1210), 29.Mai 1992 & JP,A,04 048671 (ROHM CO LTD), 18.Februar 1992, siehe Zusammenfassung -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02137

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-9535590	28-12-95	KEINE	
US-A-5309452	03-05-94	KEINE	
GB-A-2175766	03-12-86	EP-A- 0222866 WO-A- 8607221	27-05-87 04-12-86
EP-A-0444694	04-09-91	JP-A- 3252629 JP-A- 4127130 JP-A- 4128718 CA-A- 2037350 CA-C- 2037350 DE-D- 69116396 DE-T- 69116396 US-A- 5125053	11-11-91 28-04-92 30-04-92 03-09-91 08-11-94 29-02-96 20-06-96 23-06-92
US-A-5274734	28-12-93	CA-A,C 2099946 CN-A- 1084641 EP-A- 0585088 JP-A- 6211544	01-03-94 30-03-94 02-03-94 02-08-94
EP-A-0499388	19-08-92	AU-B- 644264 AU-A- 1080692 CA-A,C 2057264 JP-A- 5100261 US-A- 5283687	02-12-93 27-08-92 16-08-92 23-04-93 01-02-94
EP-A-0647864	12-04-95	DE-D- 69026152 DE-T- 69026152 EP-A- 0409258 JP-A- 3121426 KR-B- 9401043 US-A- 5125066	02-05-96 14-08-96 23-01-91 23-05-91 08-02-94 23-06-92